

庄内平野を対象とした常時微動による地盤特性と1894年庄内地震の住家被害の比較

神奈川大学 正会員 ○落合 努 神奈川大学 正会員 荻本 孝久
 東京都立大学 正会員 小田 義也 山形大学 非会員 三辻 和弥
 防災科学技術研究所 非会員 先名 重樹

1. はじめに

地震による建物被害は、地盤特性が影響することは良く知られている。地盤特性の把握のためには、ボーリング調査などを行うこと一般的ではあるが、平野全域など広域を対象とする場合、コストや時間の点から現実的ではない。そこで、常時微動観測を用いて地盤特性を把握する研究が進められている。

山形県の沿岸部に位置する庄内平野は、1894年のM7.0内陸直下型の地震により甚大な被害が発生した。また、2019年の6月に発生した山形県沖の地震でも、震源地に近い平野南西部の鶴岡市でも限定的ではあるが被害が発生している。

ここでは、庄内平野の最上川流域を対象に常時微動観測を行い地盤特性の検討を行った。また、文献による1894年庄内地震の住家被害と比較をすることで、その妥当性の確認を行った。

2. 庄内平野の地形・地質概要

庄内平野は、北側に鳥海山、南部に月山、東側の出羽丘陵に囲まれる。この出羽丘陵と平野の境界付近に庄内平野東縁断層帯が確認されており、1894年庄内地震の震源もこの断層によると推定されている。

庄内平野の微地形区分図を図1に示す。沿岸から2 km程度の幅で砂丘が分布し、最上川や赤川による三角州や後背湿地が広がっている。また、東側の丘陵地端部には扇状地が分布する。

3. 常時微動観測

常時微動観測は、庄内平野の最上川流域を対象に249地点、概ね1 km間隔で実施した。各地点で、アレイ半径60cmと10m程度のアレイ観測を実施しているが、今回はアレイ中心の単点微動観測結果のみをまとめる。観測は1地点15分間で、サンプリング周波数は200Hzとした。

微動の水平方向2成分の相乗平均を上下方向で除して、H/Vスペクトル比（以降、MHVRとする）を算出した。微地形毎の代表的なMHVRを図2に示す。

また、筆者らは、MHVRの卓越周期とスペクトル比を乗じた値が、その地点の簡易な地盤ハザード値となることを提案している¹⁾。微地形毎の卓越周期と地盤ハザード値のばらつきを図3に示す。地形による差は小さいが、平均値をみると砂丘でやや卓越周期が短く、地盤ハザード値が小さくなる。

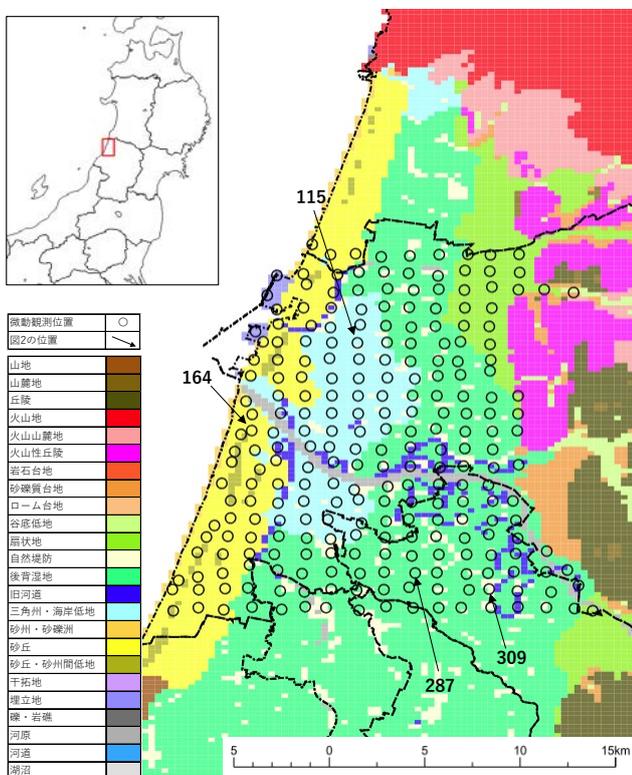


図1 庄内平野の微地形区分と微動観測位置

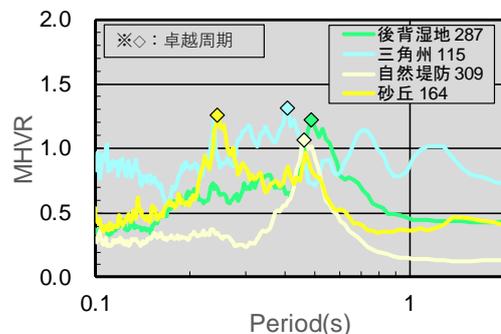


図2 微地形毎のMHVRの例

キーワード 常時微動観測、H/Vスペクトル比、庄内地震、住家被害

連絡先 〒221-8686 神奈川県横浜市神奈川区六角橋3-27-1 神奈川大学 TEL045-481-5661

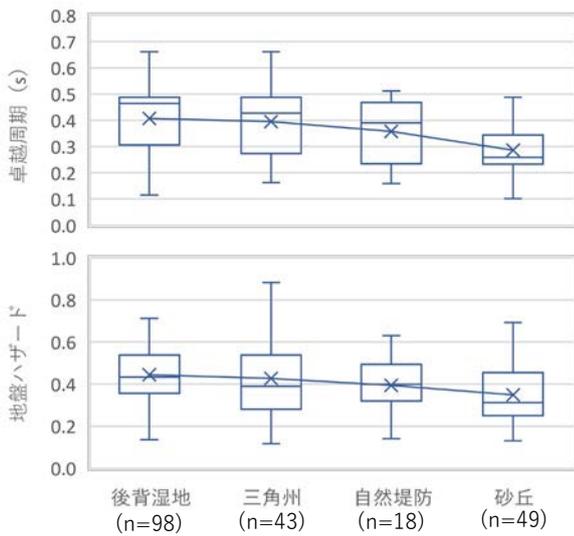


図3 卓越周期と地盤ハザードのばらつき

4. 常時微動観測と1894年庄内地震住家被害の比較

4.1 1894年庄内地震の概要

庄内地震は1894年に庄内平野で発生したM7.0の内陸地震である。被害分布は山形県内のみで死者726名、負傷者987名、全壊3858棟、全焼2148棟となっている。全壊以上の被害が発生した地域は庄内平野全域に広がっており、特に最上川流域や庄内平野東縁部の大字に多い。また、庄内平野中央部より南側は全壊率の大きい地域が面的に広がっており、北側では全壊率の大きい地域が東縁部に帯状に分布する特徴がある。

4.2 住家被害との比較

庄内地震の被害は、水田らによる結果²⁾を用いた。水田らによる住家被害は、地震発生時の大字別に住家被害から震度を推定し整理されている。微動による地盤ハザードと住家被害を重ねて図4に示す。地盤ハザードは、図3に示した通り沿岸の砂丘でやや小さい傾向があるが、その他の傾向の判読は難しい。

住家被害と比較を行うために、微動観測地点と被害データがある大字が概ね同一地点であると想定した地点を抽出した。住家被害は、震央付近に全潰率30%以上の大字が固まっている。これは、地震が直下型であったため、震源近傍の非常に大きな震動に起因する可能性が高い。また、一般的な距離減衰式では、震源からの距離が10kmを超えると震度が小さくなる³⁾。地盤ハザードは地盤の相対的な揺れやすさを評価しているため、工学的基盤相当の揺れが同程度の条件で評価を行いたい。そこで、震央距離が4~10kmのデータのみを用いて、地盤ハザードと全潰

率の関係を図5にまとめた。図から正の相関が確認でき、相関係数も0.61と高い。

5. まとめ

庄内平野を対象として常時微動観測を実施し、MHVRや地盤ハザードから庄内平野の地盤特性を確認した。庄内平野は、沿岸の砂丘地域で相対的にやや地盤が良いことが確認できた。また、地盤ハザードと庄内地震の住家被害を比較し、両者は正の相関がありその適用性が確認できた。今後は、アレイ観測結果を整理するとともに、ボーリングデータなどの収集を行い、対象エリアの地下構造推定を進めたい。

【謝辞】

本研究の一部は、JSPS 科研費(課題番号: JP20K04689)の助成を受けたものです。

【参考文献】

- 1) 落合、他：常時微動による地域特性を考慮したハザードマップの作成、日本地震工学会論文集、第19号、第5号(特集号)、2019
- 2) 水田、他：1894.10.22 庄内地震の大字別の被害分布に関する文献調査、日本建築学会技術報告集、第19巻、第43号、2013
- 3) 松崎、他：断層近傍まで適用可能な震度の距離減衰式の開発、日本建築学会構造系論文集、第604号、2006

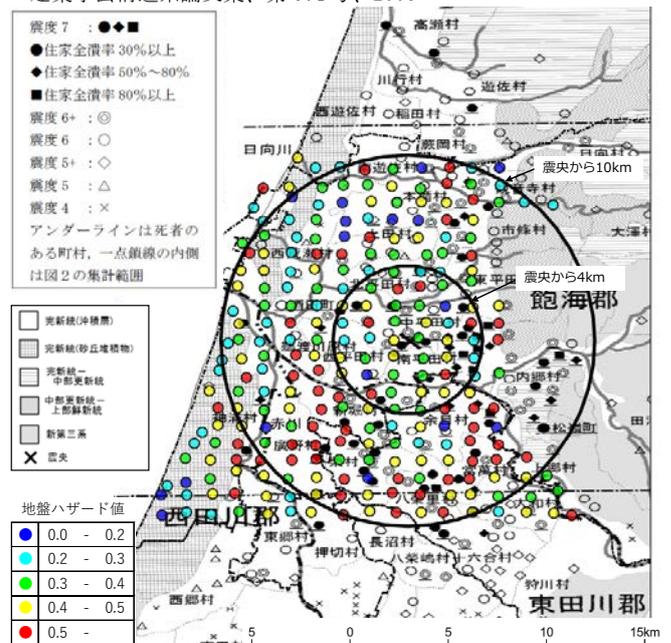


図4 地盤ハザードと住家被害の分布 (文献2)に加筆

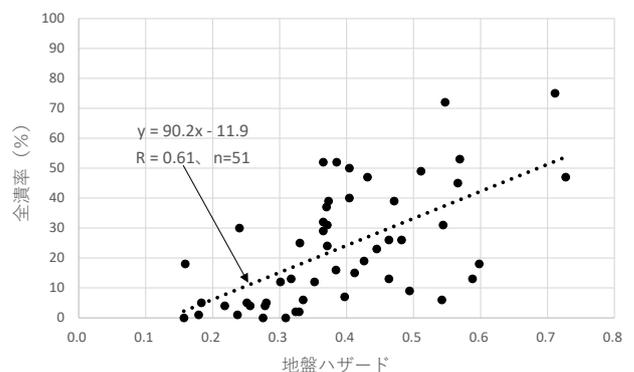


図5 地盤ハザードと住家被害の関係